



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 003 613 A1 2005.08.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 003 613.6

(22) Anmeldetag: 25.01.2004

(43) Offenlegungstag: 18.08.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01J 3/46

G01J 1/20, B41F 33/00, B41F 33/10,

G03B 15/02

(71) Anmelder:

MAN Roland Druckmaschinen AG, 63075  
Offenbach, DE

(72) Erfinder:

Tatarczyk, Theodor, Dr., 82194 Gröbenzell, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 17 009 C2

DE 195 38 811 C2

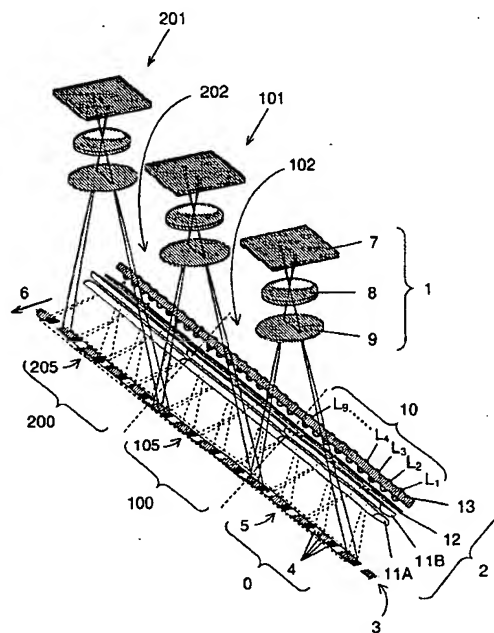
DE 195 11 782 C2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Erfassung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines in Bewegung befindlichen Druckerzeugnisses**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Erfassung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines in Bewegung befindlichen Druckerzeugnisses umfaßt mindestens eine Kamera, mit einem zweidimensionalen elektronischen Bildsensor, und eine Beleuchtungseinrichtung, die auf den Beobachtungsbereich der Kamera gerichtet und zu dessen impulsartiger Ausleuchtung während des dortigen Aufenthalts des vorbestimmten Ausschnitts des Druckerzeugnisses geeignet ist. Die Beleuchtungseinrichtung besteht aus einer Vielzahl einzelner Lichtquellen, deren Licht aufgrund unterschiedlicher Emissionscharakteristik und/oder Filterung eine gruppenweise unterschiedliche spektrale Zusammensetzung aufweist, und die in einem regelmäßigen Muster so angeordnet sind, daß die Lichtquellen jeder einzelnen Gruppe eine regelmäßige Anordnung bilden, deren Ausleuchtungsbereich den Beobachtungsbereich der Kamera voll abdeckt. Durch eine Steuereinrichtung sind die einzelnen Gruppen von Lichtquellen dergestalt sequentiell ein- und ausschaltbar, daß der Beobachtungsbereich der Kamera mit einer Abfolge von Lichtimpulsen unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung beleuchtbar ist. Letztere wechselt periodisch und bei jedem Lichtimpuls wird ein Bild des gerade im Beobachtungsbereich der Kamera befindlichen Ausschnitts des Druckerzeugnisses erfaßt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines in Bewegung befindlichen Druckerzeugnisses nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung.

**[0002]** Zur Prozeßüberwachung beim Drucken ist es üblich, auf den zu bedruckenden Bogen bzw. Bahnen außerhalb des Sujets mit farbigen Testmustern bedruckte Kontrollstreifen vorzusehen. Diese Kontrollstreifen, deren Längsrichtung quer zur Transportrichtung des Bedruckstoffs liegt, enthalten einen sich in Längsrichtung periodisch wiederholenden Satz von Meßfeldern, an denen jeweils eine bestimmte, die Druckqualität charakterisierende Kenngröße meßbar ist. Noch während der Bewegung des zu untersuchenden Druckerzeugnisses in der Druckmaschine wird ein Bild von zumindest einem Teil des Kontrollstreifens erfaßt und ausgewertet. Alternativ zu einem eigens dafür vorgesehenen Kontrollstreifen kann im Prinzip auch ein Teil des Sujets, d.h. des bedruckten Nutzbereiches des Bedruckstoffs, aufgenommen und ausgewertet werden.

**[0003]** In der DE 195 38 811 C2 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung beschrieben, bei der von einer elektronischen Kamera ein digitales Bild von einem Teil eines Kontrollstreifens aufgenommen wird, während dieser sich durch den Beobachtungsbereich der Kamera bewegt. Zur breitbandigen Beleuchtung des Kontrollstreifens während seines Aufenthalts im Beobachtungsbereich der Kamera sind Blitzlampen vorgesehen, bei denen es sich entweder um Gasentladungslampen oder um Glühlampen handelt. Um eine farbselektive Auswertung des Bildes zu ermöglichen, ist die Kamera als Farbkamera ausgebildet. Durch einen farbselektiven Strahlteiler werden die unterschiedlichen Spektralanteile des in die Kamera einfallenden Lichtes auf drei verschiedene Bildsensoren verteilt, von denen je einer für den roten, den grünen und den blauen Spektralbereich vorgesehen ist. Derartige Farbkameras sind im Aufbau aufwendig, dementsprechend kostspielig und zudem Schwarzweiß-Kameras in der Empfindlichkeit unterlegen. Ferner hat jede Farbkamera eine vorgegebene spektrale Empfindlichkeitscharakteristik, die nicht von außen veränderbar ist.

**[0004]** Bei Densitometern ist aus der DE 196 17 009 C2 das Konzept bekannt, eine Meßstelle zeitlich aufeinanderfolgend mit verschiedenfarbigen Leuchtdioden (LEDs) zu beleuchten und das remittierte Licht mit einem einzigen, nicht farbselektiven optoelektronischen Sensor, nämlich einer Silizium-Photodiode zu empfangen. Aus den zeitlich nacheinander bei verschiedenen Beleuchtungsphasen aufgenommenen Signalen ergibt sich eine Information über die spektrale Zusammensetzung des remittierten Lichtes

und damit auch über die Farbe der an der Meßstelle vorhandene Druckfarbe. Das in der genannten Schrift beschriebene Densitometer ist allerdings nur für eine annähernd punktförmige Messung ausgelegt, indem das Licht dreier verschiedenfarbiger Leuchtdioden entweder unmittelbar durch deren Anordnung oder mittels Lichtwellenleitern auf einen einzigen Meßpunkt gerichtet wird. Ferner ist dieses Densitometer auch nur zur Messung an einem ruhenden Druckerzeugnis nach dessen Entnahme aus einer Druckmaschine vorgesehen, also für den Offline-Betrieb, bei dem die Dauer der einzelnen Beleuchtungsphasen frei gewählt werden kann, um den Dynamikbereich des verwendeten Sensors optimal auszunutzen.

## Aufgabenstellung

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erfassung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses während dessen Bewegung in einer Druckmaschine zu schaffen, die mit geringem apparativem Aufwand eine Gewinnung von Farbinformationen erlaubt und hierzu auf einfache Weise bedarfsgerecht konfigurierbar ist. Eine weitere Aufgabe besteht in der Angabe eines Verfahrens zum zweckmäßigen Betrieb einer solchen Vorrichtung.

**[0006]** Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen 2 bis 15 bzw. 17 bis 20 angegeben.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß eine nicht farbselektive Flächenkamera verwendet und mit einer Beleuchtungseinrichtung kombiniert wird, die den Beobachtungsbereich der Kamera mit verschiedenfarbigem Licht ausleuchten kann. Hierzu umfaßt die Beleuchtungseinrichtung mehrere Gruppen von Lichtquellen, deren Licht aufgrund ihrer Emissionscharakteristik und/oder durch Filterung gruppenweise verschiedenfarbig in den Beobachtungsbereich der Kamera einfällt. Die Lichtquellen sind regelmäßig angeordnet, und zwar so, daß jede Gruppe einer Farbe den gesamten Beobachtungsbereich vollständig ausleuchtet. Die Regelmäßigkeit der Lichtquellenanordnung kann zwar auch eine Periodizität beinhalten, muß es aber keineswegs. So könnten beispielsweise die verschiedenen Beleuchtungsfarben mit unterschiedlichen Abständen, also räumlichen Dichten der Lichtquellen realisiert werden, abhängig von der Leistungsfähigkeit der Lichtquellen jeder Farbe.

**[0008]** Die Lichtquellen sind von einer Steuereinrichtung gruppenweise sequentiell aktivierbar, wodurch der Beobachtungsbereich der Kamera mit ei-

ner Abfolge verschiedenfarbiger Lichtimpulse beleuchtbar ist. Aus nacheinander bei verschiedenfarbigen Beleuchtungen vom gleichen Ausschnitt eines Druckerzeugnisses aufgenommenen Bildern läßt sich Information über die Farbzusammensetzung eines Musters, mit dem der Ausschnitt bedruckt ist, gewinnen. Damit erübrigt sich nicht nur der Einsatz einer teuren Farbkamera, sondern das optische Meßsystem wird durch die höhere Empfindlichkeit einer Schwarzweiß-Kamera auch leistungsfähiger. Darüber hinaus kann die spektrale Auflösung des Meßsystems durch die Auswahl der Lichtquellen hinsichtlich der Anzahl der Gruppen sowie der spektralen Zusammensetzung des Lichtes jeder Gruppe gezielt an die Bedürfnisse jedes Einsatzfalles angepaßt werden, ohne daß ein Eingriff in die Kamera nötig wäre.

**[0009]** In Anpassung an die eingangs erwähnte Streifenform der üblicherweise auf einen Druckerzeugnis vorgesehenen Kontrollabschnitte ist es zweckmäßig, wenn die einzelnen Lichtquellen linear nebeneinander, also zeilenförmig, und dabei äquidistant angeordnet sind. Je nach der benötigten Anzahl der verschiedenen Gruppen von Lichtquellen und der räumlichen Dichte innerhalb jeder Gruppe kann es auch nötig sein eine zweidimensionale Anordnung aus mehreren Zeilen vorzusehen, wobei die Zeilen matrixförmig zueinander ausgerichtet oder auch in Längsrichtung gegeneinander versetzt sein können. Mit einer solchen Anordnung können zwar Meßnormen, die bestimmte Einstrahlungswinkel verlangen, nicht mehr exakt erfüllt werden, was aber je nach Anwendung nicht immer nötig ist.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Anordnungsmuster der Lichtquellen einer Beleuchtungseinrichtung periodisch ist und aus einer ganzen Zahl vollständiger Perioden besteht, denn in diesem Fall können solche Beleuchtungseinrichtungen grundsätzlich unter Fortsetzung der Periodizität zu modular aufgebauten größeren Einheiten aneinandergereiht werden. Obwohl eine solche Periodizität aus Gründen der einfachen Fertigung vorteilhaft ist, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt. Es kann beispielsweise sinnvoll sein, die Ränder des bestrahlten Bereichs gesondert zu behandeln, indem dort die Dichte der Lichtquellen erhöht wird, um eine am Rand nicht zu stark abfallende Beleuchtungsintensität zu realisieren.

**[0011]** Bei einer zeilenförmigen Anordnung können auch mehrere Lichtquellenzeilen von verschiedenen, einander gegenüberliegenden Seiten der Kamera aus in den Beobachtungsbereich der Kamera einstrahlen, wobei sowohl eine Beleuchtung innerhalb einer Farbe aus mehreren Richtungen, insbesondere von vorne und von hinten in Bezug zur Bewegung des Bedruckstoffs, als auch eine Beleuchtung aus unterschiedlichen Richtungen sortiert nach Farben möglich ist, z.B. Rot und Blau von vorne, Grün mit

doppelter Dichte von hinten.

**[0012]** Durch eine Überlappung der Strahlungskegel der einzelnen Lichtquellen jeder spektralen Gruppe kann einerseits die Lichtintensität erhöht und die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung des Beobachtungsbereiches der Kamera verbessert werden, andererseits läßt sich dadurch auch sicherstellen, daß beim Ausfall einer einzelnen Lichtquelle das gesamte Meßsystem nicht schlagartig ausfällt, sondern mit örtlich verminderter Lichtintensität noch weiterbetrieben werden kann. So wird bei einer Farbdichtemessung bekanntlich die von einem bedruckten Bereich des Bedruckstoffes remittierte Lichtintensität ins Verhältnis zu einer Referenzintensität gesetzt, die von einem unbedruckten Bereich remittiert wird. Wenn die Referenzintensität nicht global, sondern ebenfalls ortsabhängig gemessen wird, hat eine lokale Verminderung der eingestrahlten Intensität höchstens Einfluss auf die erreichbare Genauigkeit der Farbdichtebestimmung. Die örtliche Verringerung der Referenzintensität erlaubt in diesem Fall sogar die Erkennung des Ausfalls einer Lichtquelle. Das Mindestmaß an Überlappung ist dadurch gegeben, daß jeder Punkt des Beobachtungsbereiches der Kamera von zwei verschiedenen Lichtquellen jeder spektralen Gruppe direkt beleuchtet wird.

**[0013]** Da die spektralen Emissionscharakteristiken verfügbarer Lichtquellen an sich zumeist nicht den einschlägigen Normen für die Bestimmung der im vorliegenden Zusammenhang interessierenden Kenngrößen von Druckerzeugnissen, wie insbesondere der Farbdichte, entsprechen, kann es erforderlich sein, den Lichtquellen Farbfilter vorzuschalten, um jeweils eine gewünschte spektrale Zusammensetzung des eingestrahlten Lichtes herbeizuführen.

**[0014]** Wenn es aus Gründen des Platzbedarfs nicht möglich ist, die Lichtquellen aller verschiedener spektraler Gruppen abwechselnd nebeneinander anzuordnen, dann besteht die Möglichkeit, aus verschiedenen Richtungen kommende Strahlenbündel verschiedener Lichtfarben durch einen oder mehrere farbselektive Strahlteiler in eine zumindest annähernd gleiche Richtung zum Beobachtungsbereich der Kamera hin abzulenken.

**[0015]** Wegen ihrer geringen Abmessungen sind lichtemittierende Halbleiterdioden als Lichtquellen besonders gut geeignet, da mit ihnen eine hohe Packungsdichte und damit ein hohes Ausmaß an gegenseitiger Überlappung der einzelnen Strahlungskegel erzielt werden kann. Dies bedeutet ein hohes Ausmaß an Redundanz und damit Ausfallsicherheit sowie eine homogene und intensive Ausleuchtung des Beobachtungsbereiches der Kamera. Neben gewöhnlichen Leuchtdioden kommen auch Laserdioden als Lichtquellen in Frage. Darüber hinaus eignen sich aber auch Gasentladungslampen und Halo-

gen-Glühlampen grundsätzlich als Lichtquellen, wobei Halogen-Lichtquellen zur Realisierung ausreichend kurzer Belichtungszeiten den Einsatz eines Verschlusses bei der Kamera erfordern können.

**[0016]** Durch die Verwendung einer Abbildungsoptik zur Fokussierung des Lichtes der Lichtquellen auf den Beobachtungsbereich der Kamera kann der Arbeitsabstand zwischen der Beleuchtungseinrichtung und dem Druckerzeugnis erhöht werden. Dies ist insbesondere für den Einsatz zur Inline-Messung in Bogendruckmaschinen von Interesse, da dort wegen der Art der Bewegung des Bedruckstoffes ein relativ großer Arbeitsabstand nötig ist. Bei einer langgestreckten zeilenförmigen Anordnung der Lichtquellen bieten sich zur aufwandsparenden Realisierung einer Abbildungsoptik Zylinderlinsen an, da für eine Vielzahl von Lichtquellen nur eine einzige oder ggf. einige wenige im Strahlengang aufeinanderfolgende Zylinderlinsen benötigt werden, die sich in Richtung der längsten Abmessung der Lichtquellenanordnung, d.h. bei einer Zeile in deren Längsrichtung, entsprechend lang erstrecken müssen. Die Anzahl verschiedener zueinander zu justierender optischer Komponenten bleibt somit gering.

**[0017]** Für eine modulare Zusammenfügung mehrerer Beleuchtungseinrichtungen zu einer größeren Einheit ist es vorteilhaft, wenn die Gehäuse der einzelnen Beleuchtungseinrichtungen und die Halterungen ihrer optischen Komponenten so gestaltet sind, daß bei einer seitlichen Aneinanderreihung mit anderen Beleuchtungseinrichtungen gleicher Art die optischen Komponenten der einzelnen Beleuchtungseinrichtungen lückenlos aneinander anschließen. Hierzu gehört beispielsweise, daß das Gehäuse und die Halterung der Abbildungsoptik den Lichteintritt und -austritt aus bzw. in seitlicher Richtung, d.h. von einem eventuellen Nachbarmodul her bzw. zu einem solchen hin nicht behindern oder gar verhindern dürfen, um die Überlappung der Lichtkegel im Übergangsbereich nicht zu unterbrechen, und daß seitliche Gehäusewände entweder ausreichend dünn bemessen oder abnehmbar ausgelegt sein müssen, damit der passende Lichtquellenabstand auch im Übergangsbereich eingehalten werden kann. Letzteres bedeutet bei einer periodischen Lichtquellenanordnung, daß im Übergangsbereich die Periodizität gewahrt bleibt.

**[0018]** Um einen schmalen Kontrollstreifen zu erfassen, der sich über nahezu die gesamte Breite eines Druckerzeugnisses quer zu dessen Bewegungsrichtung erstreckt, ist eine lineare Aneinanderreihung von Kameramodulen zweckmäßig, deren Beobachtungsbereiche lückenlos aneinander anschließen oder sich geringfügig überlappen, so daß sich insgesamt ein zusammenhängender Beobachtungsbereich ergibt. Zur Beleuchtung des gesamten Beobachtungsbereiches einer solchen zusammengesetzten Kameraanordnung ist eine entsprechende Kom-

bination von modularen Beleuchtungseinrichtungen zweckmäßig, die ebenfalls lückenlos aneinander anschließen. Damit die Homogenität der Ausleuchtung entlang des gesamten Beobachtungsbereiches der Kameraanordnung gewahrt bleibt, ist es hierbei notwendig, daß das regelmäßige Anordnungsmuster der verschiedenfarbigen Lichtquellen jeder einzelnen Beleuchtungseinrichtung durch die Aneinanderreihung ungestört fortgesetzt wird. Bei einem periodischen Muster bedeutet dies eine Fortsetzung der Periodizität. Ferner ist in diesem Fall eine synchrone Aktivierung der einzelnen Beleuchtungseinrichtungen nötig, d.h. daß sämtliche Lichtquellen einer spektralen Gruppe in allen Beleuchtungseinrichtungen gleichzeitig ein- und ausgeschaltet werden müssen. Die modulare Aneinanderreihung gleicher Beleuchtungseinrichtungen zu einer größeren Einheit setzt aber nicht zwingend eine entsprechende modulare Kameraanordnung voraus. Vielmehr kann sie auch zur Ausleuchtung des Beobachtungsbereiches einer einzigen Kamera nützlich sein, wenn dieser eine entsprechend große Länge hat.

**[0019]** Ein zweiter Aspekt der Erfindung besteht in einem Verfahren, welches von der erfindungsgemäßen Vorrichtung Gebrauch macht. Der Kern dieses Verfahrens besteht in einer sequentiellen Aktivierung der einzelnen Gruppen von Lichtquellen zur Ausleuchtung des Beobachtungsbereiches der Kamera mit Lichtimpulsen abwechselnder spektraler Zusammensetzung zur Aufnahme von Bildern eines gerade im Beobachtungsbereich befindlichen vorbestimmten Ausschnitts eines Druckerzeugnisses.

**[0020]** Dabei könnte die spektrale Zusammensetzung der Lichtimpulse im Grundsatz auch durch eine gleichzeitige Aktivierung unterschiedlicher spektraler Gruppen von Lichtquellen eingestellt werden, doch ist es bevorzugt, zu jedem Zeitpunkt immer nur eine einzige Gruppe von Lichtquellen zu aktivieren.

**[0021]** Wenn sich das Druckerzeugnis sehr schnell bewegt, kann es schwierig oder sogar unmöglich sein, alle verschiedenen Gruppen von Lichtquellen nacheinander zu aktivieren und jeweils ein Bild zu erfassen, während sich ein und dasselbe Exemplar des vorbestimmten, interessierenden Ausschnitts des Druckerzeugnisses im Beobachtungsbereich der Kamera aufhält. Dies ist aber praktisch auch gar nicht notwendig. Vielmehr erscheint es sowohl für die Überwachung, als auch für die Regelung eines Druckprozesses als ausreichend, wenn von jedem Exemplar des fraglichen Ausschnitts nur ein einziges Bild bei einer einzigen Beleuchtungsart aufgenommen wird und die Beleuchtung bei Aufeinanderfolgen der Exemplare des interessierenden Ausschnitts periodisch abwechselt, so daß verschiedene Farben an verschiedenen aufeinanderfolgenden Exemplaren erfaßt werden. Diesem Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, daß sich die interessie-

renden Kenngrößen eines Druckerzeugnisses, wie z.B. die Farbdichte, zwischen wenigen aufeinanderfolgenden Exemplaren einer Meßstruktur, d.h. eines Kontrollstreifens, nicht nennenswert ändern, also die Zeitkonstanten der für solche Änderungen maßgeblichen Vorgänge groß gegenüber dem zeitlichen Abstand des Auftretens aufeinanderfolgender Exemplare im Beobachtungsbereich der Kamera sind. Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich, bei jedem Auftreten eines Exemplars des Kontrollstreifens ein Bild aufzunehmen, sondern es können auch Exemplare ausgelassen werden, z.Bsp. wenn deren zeitlicher Abstand im Verhältnis zur Dauer der Auslesung und Verarbeitung eines Bildes zu kurz ist.

**[0022]** Um mit Leuchtdioden Lichtimpulse hoher Intensität zu erzielen, ist es vorteilhaft, die Dioden mit Stromimpulsen zu beaufschlagen, deren Höhe ein Mehrfaches des zulässigen Maximalstromes im kontinuierlichen Betrieb beträgt. Solange diese Impulse entsprechend kurz sind, daß es dabei nicht zu einer thermischen Überlastung kommt, verkraften Leuchtdioden einen solchen Betrieb ohne weiteres. Ein Richtwert für das Ausmaß einer solchen Übersteuerung, die ohne Beschädigung der Leuchtdioden zu einer wesentlich höheren Lichtausbeute führt, ist das Fünffache des zulässigen Maximalstromes im Dauerbetrieb.

#### Ausführungsbeispiel

**[0023]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. In diesen zeigt

**[0024]** Fig. 1 eine vereinfachte perspektivische Ansicht der wesentlichen optischen Komponenten einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**[0025]** Fig. 2 ein elektrisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

**[0026]** Fig. 3 eine alternative Ausführungsform einer für die Erfindung verwendbaren Beleuchtungseinrichtung in einer schematischen Querschnittsansicht.

**[0027]** Fig. 1 zeigt in vereinfachter Form die wesentlichen optischen Komponenten einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, nämlich eine elektronische Kamera 1 und eine zugehörige Beleuchtungseinrichtung 2. Dabei sind mehrere gleichartige Kameras 1, 101 und 201 sowie mehrere diesen jeweils zugeordnete Beleuchtungseinrichtungen 2, 102 und 202 modular aneinandergereiht. Diese Möglichkeit, mehrere jeweils eine Kamera und eine Beleuchtungseinrichtung umfassende Module 0, 100 und 200 zu einer größeren Einheit zu kombinieren, ist eine besonders vorteilhafte

Eigenschaft der Erfindung. Zunächst soll jedoch der Aufbau eines einzelnen Moduls und dessen Funktionsweise anhand des Moduls 0, welches die Kamera 1 und die Beleuchtungseinrichtung 2 umfaßt, erläutert werden.

**[0028]** Die Kamera 1 ist dazu bestimmt, ein Bild von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses, beispielsweise von einem Kontrollstreifen 3 mit einer Vielzahl sich periodisch wiederholender Meßfelder 4 aufzunehmen, während sich dieser durch einen in diesem Fall ebenfalls streifenförmigen, in Fig. 1 gestrichelt eingezeichneten Beobachtungsbereich 5 der Kamera 1 bewegt. Die Bewegungsrichtung des Kontrollstreifens 3 ist in Fig. 1 durch den Pfeil 6 angedeutet.

**[0029]** Die Kamera 1 ist eine Schwarzweiß-Kamera mit einem Flächenbildsensor 7. Das von diesem erfaßte Bild besteht aus einer rechteckigen Matrix von Bildpunkten, wobei für jeden Bildpunkt ein elektrisches Signal abgegeben wird, das ein Maß für die Intensität des einfallenden Lichtes ist. Zur verkleinern der Abbildung des Beobachtungsbereiches 5 auf den Bildsensor 7 ist ein Objektiv 8 vorgesehen. Vor dem Objektiv 8 kann noch ein Polarisationsfilter 9 angeordnet sein. Wenn der Beobachtungsbereich 5 ein schmaler langgestreckter Streifen ist, dann wird nicht die gesamte aktive Fläche des rechteckigen Bildsensors, dessen Länge/Breite-Verhältnis üblicherweise nicht allzu groß ist, zur Aufnahme des Beobachtungsbereiches 5 benötigt, sondern ebenfalls nur ein relativ schmaler Streifen. In diesem Fall wird nach der Aufnahme eines Bildes auch nur ein solcher Streifen aus dem Bildsensor 7 ausgelesen. Zusätzlich kann auch der Strahlengang durch Teile des in Fig. 1 nicht dargestellten Gehäuses der Kamera 1 entsprechend verengt sein, so daß nur von dem beabsichtigten Beobachtungsbereich 5 aus Licht zu dem Bildsensor 7 gelangen kann.

**[0030]** Zur Beleuchtung des Beobachtungsbereiches 5 der Kamera 1 während des dortigen Aufenthalts eines Exemplars des Kontrollstreifens 3 ist eine Beleuchtungseinrichtung 2 vorgesehen. Sie soll im richtigen Augenblick einen kurzen Lichtimpuls abgeben, um eine Momentaufnahme des Kontrollstreifens 3 durch die Kamera 1 zu ermöglichen. Die Beleuchtungseinrichtung 2 weist eine Vielzahl von einzelnen Lichtquellen 10 in Form von Leuchtdioden (LEDs)  $L_1$  bis  $L_9$  auf, die äquidistant, linear und periodisch nebeneinander angeordnet und auf den Beobachtungsbereich 5 ausgerichtet sind. Dabei verläuft die Längsrichtung der von den Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  gebildeten Zeile parallel zur Längsrichtung des Beobachtungsbereiches 5.

**[0031]** Um mit der Schwarzweiß-Kamera 1 eine Farbinformation gewinnen zu können, enthält die Beleuchtungseinrichtung 2 mehrere Gruppen von Licht-

quellen 10, von denen jede eine andere spektrale Emissionscharakteristik aufweist. So können beispielsweise drei verschiedene Gruppen  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  von Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  mit den Emissionsfarben Rot, Grün und Blau vorgesehen sein, um anhand entsprechend unterschiedlich bedruckter Meßfelder 4 des Kontrollstreifens 3 die Dichtemessung der Druckfarben Cyan, Magenta und Gelb zu ermöglichen. Hierzu wird der Kontrollstreifen nacheinander von der roten Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ , der grünen Gruppe  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und der blauen Gruppe  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  beleuchtet und bei jeder Beleuchtung von der Kamera 1 ein Bild des Kontrollstreifens 3 aufgenommen. Die Farbdichtebestimmung der Druckfarbe Cyan wird dann anhand der so bedruckten Meßfelder 4 in dem bei der Beleuchtung mit roten Licht aufgenommenen Bild vorgenommen. Die entsprechenden Dichtebestimmungen der Druckfarben Magenta und Gelb erfolgen analog hierzu anhand der jeweils so bedruckten Meßfelder 4 getrennt voneinander in den bei den Beleuchtungen mit grünem bzw. blauem Licht aufgenommenen Bildern.

**[0032]** Die Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  werden also nicht alle gleichzeitig, sondern gruppenweise nacheinander impulsartig aktiviert. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, daß der Beobachtungsbereich 5 von jeder einzelnen spektralen Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  für sich jeweils vollständig ausgeleuchtet werden muß. Dabei ist auch eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung erwünscht, weshalb die Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  innerhalb jeder spektralen Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  für sich eine regelmäßige periodische Anordnung bilden und sich innerhalb jeder Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  die Lichtkegel zweier benachbarter Leuchtdioden jeder Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  in der Längsrichtung des Beobachtungsbereiches 5 überlappen.

**[0033]** So ist bei der hier als Beispiel dienenden Dreiteilung des sichtbaren Spektralbereiches in die Emissionsfarben Rot, Grün und Blau die erste Leuchtdiode  $L_1$  rot, die zweite  $L_2$  grün, die dritte  $L_3$  blau, die vierte  $L_4$  wieder rot, usw.. Da es im Hinblick auf die Aneinanderreihung gleichartiger Module 0, 100 und 200 nötig ist, daß die Beleuchtungseinrichtung 2 eine ganze Zahl vollständiger Perioden jeder spektralen Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  enthält, endet bei dem angenommenen Beispiel mit den drei Farben Rot, Grün und Blau die Anordnung der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  mit einer blauen Leuchtdiode  $L_9$ . Anhand der blauen Leuchtdioden  $L_3$ ,  $L_6$  und  $L_9$  ist in **Fig. 1** die gegenseitige Überlappung der Strahlungskegel der Lichtquellen 10 jeder spektralen Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  in Längsrichtung des Beobachtungsbereiches 5 skizziert.

**[0034]** Es versteht sich, daß die Anzahl von drei spektralen Gruppen ebenso nur beispielhaft gemeint

ist wie die Anzahl von drei Perioden, aus denen sich durch Multiplikation eine Gesamtzahl von neun Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  ergibt. Ferner könnte eine Gruppe der Lichtquellen (10) aus Gründen der geringeren Lichtausbeute mit höherer räumlicher Dichte angeordnet sein als die anderen oder sogar jede der Gruppen in ihrer Lichtausbeute entsprechender Dichte, so daß die Anordnung der Lichtquellen (10) zwar noch ein regelmäßiges Muster, aber keine Periodizität der zuvor beschriebenen Art aufweisen würde.

**[0035]** Der Übersichtlichkeit halber hat die skizzierte Überlappung allerdings nicht das tatsächlich bevorzugte Ausmaß. Damit bei einem Ausfall einer einzelnen Leuchtdiode  $L_1$  bis  $L_9$  noch kein Totalausfall einer Meßfunktion erfolgt, muß jeder Punkt des Beobachtungsbereiches 5 von mindestens zwei Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  gleicher Farbe direkt bestrahlt werden. Tatsächlich ist es sogar bevorzugt, daß jeder Punkt von mindestens drei Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  gleicher Farbe direkt bestrahlt wird.

**[0036]** Zur Fokussierung des von den Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  emittierten Lichtes auf den Beobachtungsbereich 5 der Kamera 1 ist eine aus zwei Zylinderlinsen 11A und 11B bestehende Abbildungsoptik vorgesehen, wobei die Anzahl der im Strahlengang aufeinanderfolgenden Zylinderlinsen bedarfsabhängig variieren kann. Vorteilhaft ist hierbei, daß nicht für jede einzelne Leuchtdiode  $L_1$  bis  $L_9$  ein eigenes Linsensystem benötigt wird, sondern nur ein einziges, das sich einstückig entlang der gesamten Zeile von Lichtquellen 10 erstreckt. Denkbar wäre auch, daß sich jede Zylinderlinse 11A und 11B aus wenigen identischen, fluchtend aneinandergereihten Teilen zusammensetzen könnte, solange die Anzahl dieser Teile wesentlich geringer wäre als die Anzahl der einzelnen Lichtquellen 10. Dies würde gegenüber einem eigenen Linsensystem für jede einzelne Lichtquelle 10 immer noch eine gewisse Kostenersparnis bedeuten. Besonders bevorzugt ist aber eine einstückige Ausbildung jeder Linse 11A, 11B der Abbildungsoptik.

**[0037]** Zwischen den Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  und der Abbildungsoptik 11A, 11B befindet sich eine Filteranordnung 12, die benötigt wird, um die spektrale Zusammensetzung des auf den Kontrollstreifen 3 eingestrahlten Lichtes an die für die beabsichtigten Messungen gültigen Normen anzupassen, da die Emissionscharakteristiken verfügbarer Leuchtdioden diesen Normen in der Regel zumindest nicht ausreichend genau entsprechen. Es versteht sich, daß für jede Gruppe  $L_1$ - $L_4$ - $L_7$ ,  $L_2$ - $L_5$ - $L_8$  und  $L_3$ - $L_6$ - $L_9$  von Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  ein jeweils passender Filtertyp benötigt wird, d.h. daß sich in der Filteranordnung 12 unterschiedliche Typen von Filtern, d.h. solche mit unterschiedlichem Durchlaßbereich, analog zu den unterschiedlichen Emissionsfarben der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  periodisch abwechseln. Die Filteranordnung 12 besteht demnach aus einer Trägerplatte mit äqui-



distanten Öffnungen, die von Filtern unterschiedlicher Typen in besagter regelmäßiger Periodizität abgedeckt sind. Ferner kann die Filteranordnung 12 auch zusätzlich Polarisationsfilter enthalten, wie sie für Farbdichtemessungen zur Elimination der Oberflächenreflexion der Druckfarben benötigt werden.

[0038] Die Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  werden von einer Leiterplatte 13 getragen, auf der auch die zugehörige Ansteuerelektronik untergebracht ist. Auf diese wird später noch näher eingegangen.

[0039] Wie aus Fig. 1 zu ersehen ist, eignet sich eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung zum Aufbau einer größeren Einheit durch lineares Aneinanderfügen mehrerer identischer Beleuchtungseinrichtungen 2, 102 und 202. Im dargestellten Fall ist jede dieser Beleuchtungseinrichtungen 2, 102 und 202 jeweils einer Kamera 1, 101 bzw. 201 zugeordnet, so daß jede Kamera 1, 101 und 201 mit ihrer zugehörigen Beleuchtungseinrichtung 2, 102 bzw. 202 jeweils ein Bildaufnahmemodul 0, 100 bzw. 200 bildet. Dabei schließen die Beobachtungsbereiche 5, 105 und 205 der Kameras 1, 101 bzw. 201 lückenlos aneinander an oder überlappen sich ein wenig, so daß insgesamt ein zusammenhängender Beobachtungsbereich 5, 105, 205 mit etwa der dreifachen Länge jedes einzelnen der Beobachtungsbereiche 5, 105 und 205 entsteht.

[0040] Die aneinandergefügte Beleuchtungseinrichtungen 2, 102 und 202 sollen den gesamten Beobachtungsbereich 5, 105, 205 genauso lückenlos und gleichmäßig ausleuchten wie eine einzige Beleuchtungseinrichtung dreifacher Länge. Hierzu umfassen die Lichtquellen 10 jeder einzelnen Beleuchtungseinrichtung 2, 102 und 202 jeweils eine ganze Zahl von Perioden, d.h. im beispielhaft dargestellten Fall drei, und der Abstand der beiden äußersten Leuchtdioden  $L_1$  und  $L_9$  vom Ende der Leiterplatte 13 beträgt die Hälfte des Rasterabstandes der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$ . Bei einer unmittelbaren Aneinanderfügung zweier Leiterplatten 13 ergibt sich somit eine lückenlose und ungestörte Fortsetzung des periodischen Anordnungsmusters der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  zu einer zusammengesetzten Beleuchtungseinheit doppelter Länge.

[0041] Gleiches gilt sinngemäß auch für die Filteranordnung 12, deren Trägerplatte die gleiche Länge hat wie die Leiterplatte 13. Ebenfalls die gleiche Länge haben die Zylinderlinsen 11A und 11B. Dabei sind die Leiterplatte 13, die Filteranordnung 12 und die Linsen 11A und 11B in einem Gehäuse gehalten, dessen Seitenwände zumindest teilweise abnehmbar sind, um eine lückenlose Aneinanderfügung der optischen Komponenten der Beleuchtungseinrichtung 2 an diejenigen der benachbarten Beleuchtungseinrichtung 102 zu erlauben. Dabei müssen bei einer Beleuchtungseinrichtung 102, an die sich zu

beiden Seiten andere Beleuchtungseinrichtungen 2 bzw. 202 anschließen, beide Seiten im Bereich der optischen Komponenten offen sein, während dies bei einer Beleuchtungseinrichtung 2 und 202, welche die größere Einheit 2, 102, 202 an einem Ende abschließt, nur auf einer Seite der Fall zu sein braucht. Die in Fig. 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten Gehäuse müssen auch geeignete mechanische Verbindungsvorrichtungen zur festen Verbindung bei exakt miteinander fluchtender Ausrichtung aufweisen. Die Realisierung solcher Verbindungsvorrichtungen ist dem Fachmann geläufig und bedarf daher keiner Erläuterung.

[0042] Wenngleich es bevorzugt ist, daß je eine Kamera 1, 101 und 201 und eine Beleuchtungseinrichtung 2, 102 bzw. 202 jeweils zusammen ein Bildaufnahmemodul 0, 100 bzw. 200 bilden, so ist es auch denkbar, einer einzigen Kamera mehrere untereinander gleiche Beleuchtungseinrichtungen zuzuordnen, was dann sinnvoll sein kann, wenn der Beobachtungsbereich der Kamera so groß ist, daß dessen Beleuchtung mit mehreren modular zusammengesetzten Beleuchtungseinrichtungen die kostengünstigere Lösung ist.

[0043] Die Aneinanderfügung kombinierter Kamera-Beleuchtungsmodule 0, 100, 200, usw. zielt darauf ab, die Ausdehnung des gemeinsamen Beobachtungsbereiches 5, 105, 205, usw. in dessen Längsrichtung flexibel an die unterschiedlichen Arbeitsbreiten verschiedener Typen von Druckmaschinen anpassen zu können, indem jeweils bedarfsgerecht eine ausreichende Anzahl von Modulen 0, 100, 200, usw. vorgesehen werden, welche insgesamt einen Beobachtungsbereich 5, 105, 205, usw. haben, der die maximal bedruckbare Breite des Bedruckstoffes voll abdeckt.

[0044] Ein elektrisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt Fig. 2. Demnach ist dem Bildsensor 7 der Kamera 1 eine Kamerasteuerung 14 zugeordnet, welche die Bilderfassung einleitet und ein aufgenommenes Bild oder Teilbild aus dem Bildsensor 7 ausliest. Ebenso gehört zu der Beleuchtungseinrichtung 2 außer den Lichtquellen 10 in Form der Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  noch eine Beleuchtungssteuerung 15. Die Aufgabe der Beleuchtungssteuerung 15 ist die kurzzeitige Aktivierung, d.h. das Ein- und Ausschalten von Gruppen der Lichtquellen 10 auf entsprechende Befehlssignale der Ablaufsteuereinheit (Sequencer) 16 hin. Auch die Aufnahme eines Bildes durch den Bildsensor 7 und das Auslesen eines Bildes aus dem Bildsensor 7 werden von der Ablaufsteuereinheit 16 ausgelöst.

[0045] Die eigentliche Bildverarbeitung, d.h. die Erkennung der einzelnen Meßfelder 4 innerhalb des Kontrollstreifens 3 und die Ermittlung von Kenndaten des zu untersuchenden Druckerzeugnisses aus den

Bildern dieser Meßfelder 4 erfolgt in Echtzeit in einem Bildverarbeitungsrechner (Industrie-PC) 17 entsprechender Leistungsfähigkeit, der ebenso wie die Ablaufsteuereinheit 16 Bestandteil einer übergeordneten Systemeinheit 18 ist, die unabhängig von der Anzahl der daran angeschlossenen Kameras 1, 101, 201, usw. und Beleuchtungseinrichtungen 2, 102, 202, usw. nur einmal vorhanden ist.

[0046] Damit die Ablaufsteuereinheit 16, deren Kernstück ein Mikrocontroller ist, ihre Befehlssignale an die Beleuchtungssteuerung 15 und die Kamerasteuerung 14 zum richtigen Zeitpunkt absetzen kann, empfängt sie Sensorsignale von einem Drehwinkelsensor (Encoder) 19 und von einem Optotaster 20. Dabei erfaßt der Drehwinkelsensor 19 den Drehwinkel einer Rolle, auf der das zu untersuchende Druckerzeugnis bei der Aufnahme des Bildes des Meßstreifens 3 unter Spannung aufliegt und deren Umfangsgeschwindigkeit folglich der Bewegungsgeschwindigkeit des Druckerzeugnisses entspricht. Der Optotaster ist ein einfach aufgebauter optoelektronischer Sensor, der speziell zur Detektion einer vorbestimmten Marke auf dem Druckerzeugnis ausgelegt ist und bei deren Auftreten in seinem Beobachtungsbereich ein Triggersignal ausgibt. Die Lage dieser Marke in Bezug auf den Messstreifen 3 ist bekannt, so daß die Ablaufsteuereinheit 16 aus dem Triggersignal des Optotasters 20 und dem Drehwinkelsignal des Encoders 19 ermitteln kann, wann sich ein Exemplar des Kontrollstreifens 3 im Beobachtungsbereich 5 der Kamera 1 befindet und zum richtigen Zeitpunkt durch die Absendung entsprechender Befehlssignale an die Beleuchtungssteuerung 15 und die Kamerasteuerung 14 die Aufnahme eines Bildes auslösen kann.

[0047] Die Leitungen 21 und 22 von dem Sequencer 16 zur Kamerasteuerung 14 bzw. zur Beleuchtungssteuerung 15 sind Busleitungen, an die nicht nur die Steuerung 14 einer einzigen Kamera 1 bzw. die Steuerung 15 einer einzigen Beleuchtungseinrichtung 2 anschließbar sind. Vielmehr können diese Busleitungen 21 und 22 zu einer Vielzahl von weiteren Kameras 101, 201, usw. beziehungsweise weiteren Beleuchtungseinrichtungen 102, 202, usw. weitergeführt werden, die dann alle gemeinsam von dem Sequencer 16 ausgelöst werden können. In Fig. 2 sind hierzu eine weitere Kamera 101 und eine weitere Beleuchtungseinrichtung 102 sowie die Fortführungen der Busleitungen 21 und 22 gestrichelt angedeutet. Die Steuerungen der weiteren Kameras 101, 201, usw. sind in diesem Fall auch an die Busleitung 23 angeschlossen, über welche die aufgenommenen Bilder zur Verarbeitung in den Bildverarbeitungsrechner 17 übertragen werden.

[0048] Grundsätzlich wäre es möglich, daß der Sequencer 16 bei einem einzigen Aufenthalt des Kontrollstreifens 3 im Beobachtungsbereich 5 der Kame-

ra 1 sämtliche spektralen Gruppen von Lichtquellen 10 nacheinander aktiviert und dementsprechend viele Bildaufnahmen durch die Kamera 1 auslöst. Dies stellt aber extrem hohe Anforderungen an die Arbeitsgeschwindigkeit der Beleuchtungseinrichtung 2 und der Kamera 1, die mit zunehmender Anzahl zu messender Druckfarben kaum noch zu erfüllen sind, da pro Farbe ein eigenes Bild aufzunehmen ist.

[0049] Deshalb werden die verschiedenen Farben vorzugsweise nacheinander bei aufeinanderfolgenden Aufenthalten verschiedener Exemplare des Kontrollstreifens 3 im Beobachtungsbereich 5 der Kamera 1 gemessen. Dies bedeutet, daß der Sequencer 16 bei jeder Ankunft eines Exemplars des Kontrollstreifens 3 nur eine einzige spektrale Gruppe von Lichtquellen 10 zu einem Lichtblitz aktiviert und nur die Aufnahme eines einzigen Bildes auslöst. Um alle Farben zu messen, werden also so viele Aufnahmen nacheinander gemacht, wie Farben zu messen sind. Diese sequentielle Abarbeitung der einzelnen Farben wiederholt sich periodisch. Die Meßfrequenz jeder einzelnen Farbe ist somit um einen der Anzahl der zu messenden Farben entsprechenden Faktor geringer als die Frequenz des Auftretens des Kontrollstreifens 3 im Beobachtungsbereich 5 der Kamera 1. Dafür kann aber eine relativ große Anzahl von Farben mit hoher Genauigkeit untersucht werden.

[0050] In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß der für die Beleuchtung in Frage kommende Spektralbereich keineswegs auf den sichtbaren Wellenlängenbereich beschränkt ist. So kann es beispielsweise für eine selektive Schwarzmessung notwendig sein sein, mit Infrarotlicht zu beleuchten, oder es kann für die Untersuchung von Druckerzeugnissen, bei denen der Bedruckstoff Aufhellsubstanzen enthält, eine Beleuchtung mit ultraviolett Licht von Interesse sein. Es gehört zu den besonderen Vorteilen der vorliegenden Erfindung, daß die spektralen Eigenschaften der Beleuchtung in weiten Grenzen bedarfsgerecht an die jeweilige Meßaufgabe angepaßt werden können.

[0051] Auch soll die wiederholte Bezugnahme auf Farbdichtemessungen nicht bedeuten, daß die Erfindung nur hierfür geeignet wäre. Vielmehr ist sie ebenso gut auch für eine spektralphotometrische Farbmessung geeignet, wobei der Spektralbereich und die spektrale Auflösung durch die Auswahl der verschiedenen spektralen Gruppen von Lichtquellen 10 gezielt auf die jeweilige Meßaufgabe zugeschnitten werden kann. Dabei kommt es im übrigen grundsätzlich auch in Frage, zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht nur eine einzige spektrale Gruppe von Lichtquellen 10 zu aktivieren, sondern mehrere gleichzeitig, um eine bestimmte spektrale Zusammensetzung des eingestrahelten Lichtes durch Überlagerung zu erreichen.



[0052] Was den Betrieb der Lichtquellen 10 angeht, so müssen die von diesen abgegebenen Lichtblitze in ihrer Dauer einerseits so kurz bemessen sein, daß sich der Kontrollstreifen 3 während eines Lichtblitzes nicht nennenswert bewegt, andererseits müssen sie aber eine ausreichende Intensität aufweisen, um für eine sinnvolle Ausnutzung des Dynamikbereiches des Bildsensors 7 zu sorgen. Diese beiden Anforderungen stehen bei gegebener maximaler Lichtstärke der Lichtquellen 10 im Widerspruch zueinander und bedürfen daher einer Abwägung. Grundsätzlich ist somit eine möglichst hohe Lichtstärke erwünscht, um einen Bildsensor 7 mit einem möglichst kurzen Lichtblitz ausreichend aussteuern zu können.

[0053] Bei Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  als Lichtquellen kann eine deutliche Steigerung der Lichtstärke durch eine kurzzeitige Überhöhung des Stromes über den für Dauerbetrieb zulässigen Maximalwert hinaus erreicht werden. Diese ist möglich, da die Zerstörung einer Leuchtdiode  $L_1$  bis  $L_9$  durch einen zu hohen Strom im Dauerbetrieb in erster Linie auf eine thermische Überlastung durch die in Wärme umgesetzte Verlustleistung zurückzuführen ist. Wenn Strom nur in Form von sehr kurzen Impulsen zugeführt wird, dann kann der für Dauerbetrieb spezifizierte Maximalstrom weit überschritten werden, ohne daß eine Leuchtdiode  $L_1$  bis  $L_9$  Schaden nimmt, wobei selbstverständlich gewährleistet sein muß, daß die durchschnittliche Verlustleistung die Schwelle der thermischen Überlastung nicht erreicht. Bei den im vorliegenden Zusammenhang in Frage kommenden Frequenzen der abzugebenden Lichtimpulse ist eine Stromüberhöhung auf das fünf- bis zehnfache des für Dauerbetrieb spezifizierten Maximalstromes möglich, wodurch sich die für eine ausreichende Aussteuerung des Bildsensors 7 benötigte Dauer der Lichtimpulse deutlich verkürzen läßt. Dies ermöglicht bei gegebener Maximalgeschwindigkeit des Druckerzeugnisses entsprechend geringere Mindestanforderungen an die Höhe des Kontrollstreifens 3 und somit eine Flächensparnis.

[0054] Um zu verdeutlichen, daß die in Fig. 1 dargestellte Realisierung der Lichtquellen 10 durch Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  keineswegs die einzig mögliche ist, zeigt Fig. 3 eine alternative Realisierung mit Gasentladungsblicklampen 24 bis 26. Die Blitzlampen 24 bis 26 sind untereinander identisch und emittieren breitbandiges, annähernd weißes Licht. Jeder der Blitzlampen 24 bis 26 ist ein jeweils verschiedenes Farbfilter 27 bis 29 vorgeschaltet, beispielsweise der Lampe 24 ein Rotfilter 27, der Lampe 25 ein Grünfilter 28 und der Lampe 26 ein Blaufilter 29.

[0055] Die gefilterten und damit nun spektral unterschiedlich zusammengesetzten Lichtstrahlenbündel 30 bis 32 werden mittels eines farbselektiven Strahlteilers 33 in eine annähernd gleiche Richtung, nämlich auf den Beobachtungsbereich einer Kamera

ausgerichtet. Das rote Strahlenbündel 30 und das blaue Strahlenbündel 32 werden an unterschiedlichen Grenzflächen des Strahlteilers 33 aus unterschiedlichen Richtungen kommend in annähernd dieselbe Richtung abgelenkt, in der das grüne Strahlenbündel 31 den Strahlteiler 33 ohne Ablenkung passiert, wobei diese Richtung die Richtung zum Beobachtungsbereich einer Kamera ist. Im Strahlengang kann nach dem Strahlteiler 33 auch noch eine Abbildungsoptik 34 vorgesehen sein.

[0056] Die Wirkungsweise von optischen Strahlteilern ist an sich bekannt und bedarf daher keiner Erläuterung. Der Grund für die Verwendung eines Strahlteilers 33 liegt in den größeren Abmessungen von Gasentladungslampen 24 bis 26 im Vergleich zu Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$ , weshalb mit Gasentladungslampen 24 bis 26 keine so hohe Packungsdichte erreichbar ist. Die Lampen 24 bis 26 und die Filter 27 bis 29 könnten daher nicht so eng nebeneinander angeordnet werden, daß ihre Strahlen nahezu parallel zueinander auf einen gemeinsamen Zielbereich gerichtet wären. Wie bereits bei der zuvor anhand Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform mit Leuchtdioden ist auch hier die Anzahl drei der verschiedenen Lichtfarben als rein beispielhaft zu verstehen und soll den Schutzbereich des Patents ebenfalls keineswegs einschränken.

[0057] Wenngleich die anhand Fig. 1 beschriebene Ausführungsform mit Leuchtdioden  $L_1$  bis  $L_9$  als Lichtquellen 10 besonders bevorzugt ist, so ist die Erfindung doch keineswegs auf die Verwendung dieser speziellen Art von Lichtquellen 10 beschränkt, was durch die zuletzt beschriebene alternative Ausführungsform der Lichtquellen 10 als Gasentladungslampen 24 bis 26 untermauert wird. Allerdings ist die anhand Fig. 3 erläuterte Umlenkung verschiedenfarbiger Lichtstrahlenbündel in eine gemeinsame Zielrichtung an sich unabhängig von der Art der verwendeten Lichtquellen. So könnten die Gasentladungslampen 24 bis 26 beispielsweise durch Leuchtdiodenzeilen jeweils einheitlicher Lichtfarbe ersetzt werden. Gegenüber der Anordnung nach Fig. 1 ließe sich damit die Packungsdichte der Leuchtdioden jeder Farbe und damit auch die Lichtintensität jeder Farbe annähernd um den Faktor drei erhöhen, wenn man von den durch den Strahlteiler verursachten Verlusten absieht.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines in Bewegung befindlichen Druckerzeugnisses, mit mindestens einer Kamera, die einen zweidimensionalen elektronischen Bildsensor aufweist, und mit einer Beleuchtungseinrichtung, die auf den Beobachtungsbereich der Kamera gerichtet und zu dessen impulsartiger Ausleuchtung während eines dortigen Aufenthalts

des vorbestimmten Ausschnitts des Druckerzeugnisses geeignet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kamera (1) eine Schwarzweiß-Kamera ist, deren Bildsensor (7) Intensitätssignale ohne Farbinformation liefert, daß die Beleuchtungseinrichtung (2) aus einer Vielzahl von Gruppen ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) einzelner Lichtquellen (10) besteht, deren Licht aufgrund unterschiedlicher Emissionscharakteristik und/oder Filterung beim Einfall in den Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) eine gruppenweise unterschiedliche spektrale Zusammensetzung aufweist, und die in einem im regelmäßigen Muster so angeordnet sind, daß die Lichtquellen (10) jeder einzelnen spektralen Gruppe ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) eine regelmäßige Anordnung bilden, deren Ausleuchtungsbereich den Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) voll abdeckt, und daß eine Steuereinrichtung (15, 16) vorgesehen ist, durch welche die einzelnen Gruppen ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) von Lichtquellen (19) dergestalt sequentiell ein- und ausschaltbar sind, daß der Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) mit einer Abfolge von Lichtimpulsen unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung beleuchtbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Lichtquellen (10) linear nebeneinander in gleichen Abständen angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Lichtquellen (10) zweidimensional in Form mehrerer Zeilen mit jeweils gleichem Abstand der einzelnen Lichtquellen (10) innerhalb jeder Zeile und mit gleichem Abstand der Zeilen angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das regelmäßige Muster von Lichtquellen (10) periodisch ist und aus einer ganzen Zahl vollständiger Perioden besteht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Lichtquellen (10) in mindestens zwei separaten, zueinander parallelen Reihen auf einander gegenüberliegenden Seiten der Kamera (1) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Strahlungskegel der einzelnen Lichtquellen (10) jeder Gruppe ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) im Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) so weit überlappen, daß bei gleichzeitigem Betrieb aller Lichtquellen (10) einer Gruppe ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) jeder Punkt des Beobachtungsbereiches (5) von mindestens zwei Lichtquellen (10) derselben Gruppe ( $L_1, L_4, L_7; L_2, L_5, L_8; L_3, L_6, L_9$ ) direkt beleuchtet wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Lichtquellen (10) und dem Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) gruppenweise unterschiedliche Farbfilter (12; 27, 28, 29) angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Farbfiltern (27, 28, 29) und dem Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) mindestens ein farbselektiver Strahlteiler (33) angeordnet ist, welcher von den verschiedenen Lichtquellen (24, 25, 26) aus verschiedenen Richtungen kommende Strahlenbündel (30, 31, 32) verschiedener spektraler Zusammensetzung in eine zumindest annähernd gleiche Richtung zum Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) hin ablenkt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen (10) lichtemittierende Dioden ( $L_1$  bis  $L_9$ ) oder Laserdioden sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen (24, 25, 26) Gasentladungslampen oder Halogen-Glühlampen sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Lichtquellen (10) und dem Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) eine Abbildungsoptik (11A, 11B) angeordnet ist, die das Licht der Lichtquellen (10) auf den Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) fokussiert.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsoptik (11A, 11B) aus einer einzigen oder mehreren im Strahlengang aufeinanderfolgenden Zylinderlinsen (11A, 11B) besteht, deren axiale Länge zumindest annähernd der längsten Abmessung der Anordnung der Lichtquellen (10) entspricht.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung (2) und die Halterungen ihrer optischen Komponenten (10, 11A, 11B, 12) so gestaltet sind, daß bei einer seitlichen Aneinanderreihung mit anderen Beleuchtungseinrichtungen (102, 202) gleicher Art die optischen Komponenten der einzelnen Beleuchtungseinrichtungen (2, 102, 202) lückenlos aneinander anschließen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von untereinander gleichen Beleuchtungseinrichtungen (2, 102, 202) dergestalt linear nebeneinander angeordnet sind, daß sich insgesamt ein zusammenhängender streifenförmiger Ausleuchtungsbereich ergibt, daß sich die Regelmäßigkeit des Anordnungsmusters der Lichtquellen (10) am Übergang zwi-

schen zwei benachbarten Beleuchtungseinrichtungen (2, 102; 102, 202) ungestört fortsetzt und daß die einzelnen Beleuchtungseinrichtungen (2, 102, 202) durch ihre jeweiligen Steuereinrichtungen synchron aktivierbar sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine gleiche Vielzahl von untereinander gleichen Kameras (1, 101, 201) in derselben Richtung wie die Beleuchtungseinrichtungen (2, 102, 202) linear nebeneinander angeordnet sind, wobei jeder Kamera (1; 101; 201) jeweils eine Beleuchtungseinrichtung (2; 102; 202) zugeordnet ist.

16. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die einzelnen Gruppen ( $L_1, L_4, L_7$ ;  $L_2, L_5, L_8$ ;  $L_3, L_6, L_9$ ) von Lichtquellen (10) dergestalt sequentiell ein- und ausschaltet, daß der Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) mit einer periodischen Abfolge von Lichtimpulsen unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung beleuchtet wird, und daß die Kamera (1) bei jedem Lichtimpuls ein Bild des gerade in ihrem Beobachtungsbereich (5) befindlichen Ausschnitts (3) des Druckerzeugnisses erfaßt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Bilderfassung durch die Kamera (1) genau eine der verschiedenen Gruppen ( $L_1, L_4, L_7$ ;  $L_2, L_5, L_8$ ;  $L_3, L_6, L_9$ ) von Lichtquellen (10) einen Lichtimpuls abgibt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Aufenthalt eines Exemplars des vorbestimmten Ausschnitts (3) des Druckerzeugnisses im Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) höchstens eine Bilderfassung erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von Leuchtdioden ( $L_1$  bis  $L_9$ ) als Lichtquellen (10) die Dioden ( $L_1$  bis  $L_9$ ) zur Lichtemission von der Steuereinrichtung (15, 16) mit kurzen Stromimpulsen beaufschlagt werden, deren Höhe ein Vielfaches des für den kontinuierlichen Betrieb zulässigen Maximalstromes beträgt, wobei Dauer und Abstand der Impulse so bemessen sind, daß die maximal zulässige mittlere Verlustleistung zumindest nicht überschritten wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Stromimpulse mindestens das Fünffache des zulässigen Maximalstromes der Leuchtdioden ( $L_1$  bis  $L_9$ ) beträgt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

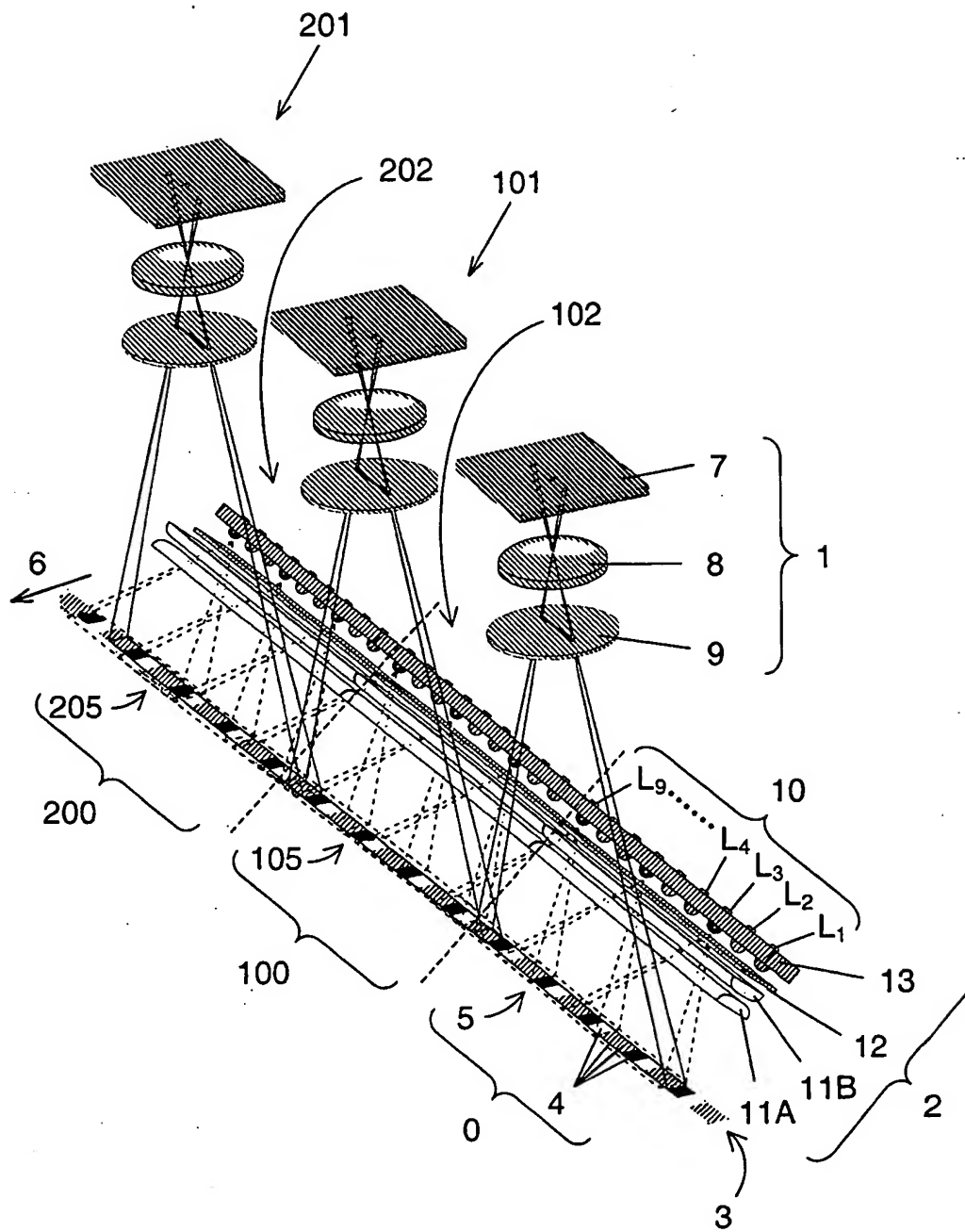


Fig. 1

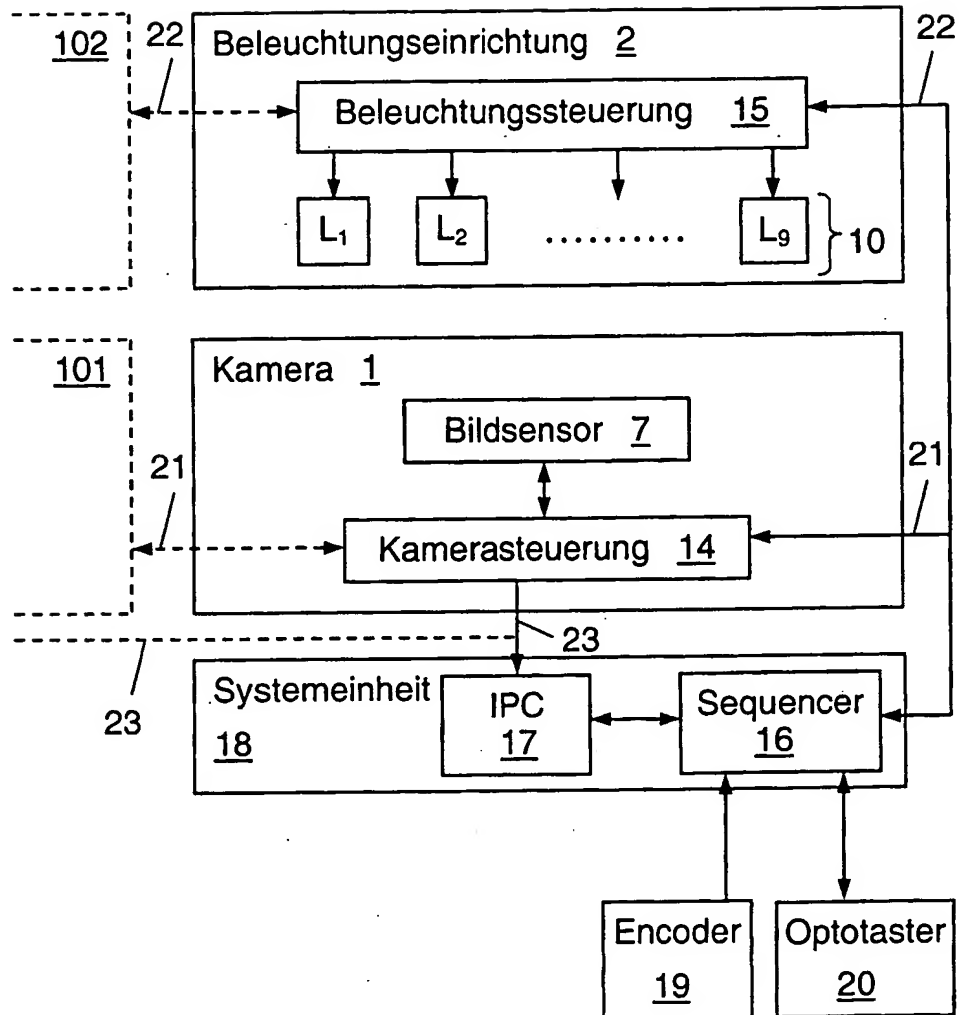


Fig. 2

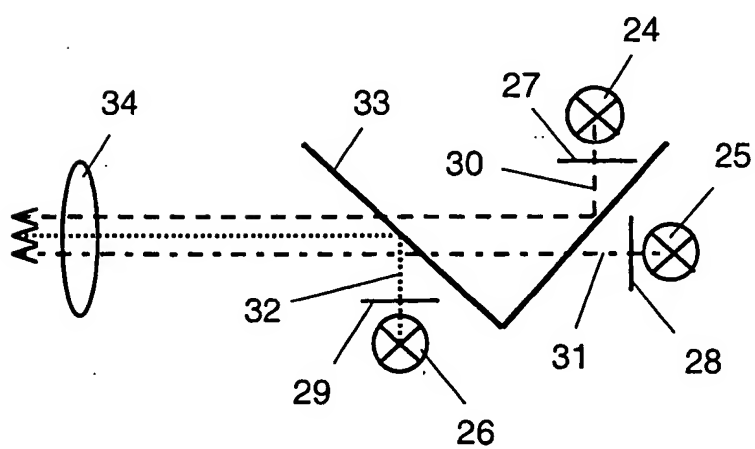


Fig. 3